

**Робочий конспект ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ  
“ВИРОБНИЦТВО СУЛЬФАТНОЇ КИСЛОТИ КОНТАКТНИМ МЕТОДОМ”**

СТУДЕНТ \_\_\_\_\_

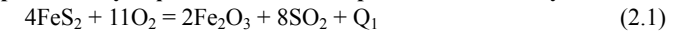
ГРУПА \_\_\_\_\_

ДАТА ВИКОНАННЯ \_\_\_\_\_

**1. Мета роботи**

Моделювання процесу виробництва сульфатної кислоти з сірчаного колчедану контактним методом. Складання матеріального балансу і визначення основних кількісних характеристик процесу та отриманого продукту.

**2. Хімічна схема отримання сульфатної кислоти з сірчаного колчедану**



**3. Опис лабораторної установки**

Лабораторна установка по виробництву сульфатної кислоти контактним методом, показана на рис. 1, складається з мікрокомпресора 1, промивної склянки 2, трубчастих електропечей 3 та 4, модельюючих випальну піч і контактний вузол відповідно; абсорберів SO<sub>3</sub> 5, модельюючих абсорбційну дільницю сульфатнокислотного заводу; абсорберів для поглинання неокисненого SO<sub>2</sub> 6 та буферних склянок 7.

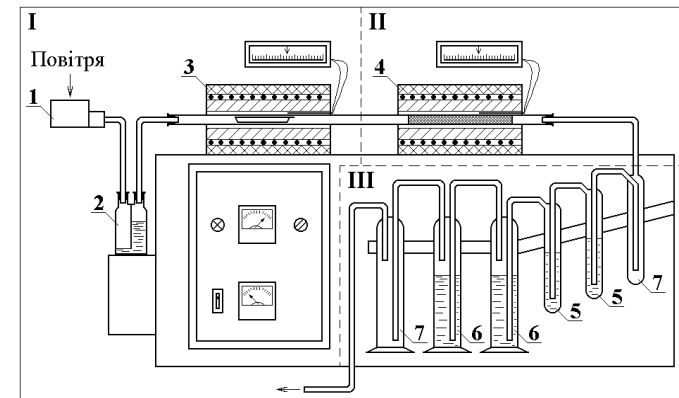


Рис. 1. Схема лабораторної установки по виробництву H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> контактним методом

**4. Виконання роботи**

Заздалегідь по заданим викладачем вихідним даним розраховують об'єм 1,0 М розчину NaOH (табл. 5.1). Так як у роботі для поглинання SO<sub>2</sub> використовуються два абсорбери 6, то в кожен з них за допомогою бюретки слід залити половину розрахованого об'єму розчину лугу. В абсорбери для збільшення об'єму розчинів також додають по 30 мл дистильованої води (об'єм води вимірюють циліндром).

**6.3.1. Складання прибуткової частини матеріального балансу**

Маса FeS<sub>2</sub> в сірчаному колчедані розрахована раніше за формулою (5.3).

Масу домішок в сірчаному колчедані розраховують за формулою, г:

$$m_{\text{дом.}} = m_{\text{колч.}} - m_{\text{FeS}_2} = \quad (6.14)$$

Склад розчину сульфатної кислоти для поглинання SO<sub>3</sub> до досліду визначають за даними табл. 5.2 і 6.1.

Масу H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> в розчині кислоти розраховують за формулою, г:

$$m_{\text{H}_2\text{SO}_4}^{\text{до досл.}} = \frac{\omega_{\text{H}_2\text{SO}_4}^{\text{до досл.}}}{100} \cdot m_{\text{розч.}}^{\text{до досл.}} = \quad (6.15)$$

де  $\omega_{\text{H}_2\text{SO}_4}^{\text{до досл.}}$  – концентрація сульфатної кислоти до досліду, %;  $m_{\text{розч.}}^{\text{до досл.}}$  – маса розчину кислоти до досліду, г.

Масу H<sub>2</sub>O в розчині сульфатної кислоти до досліду розраховують за формулою, г:

$$m_{\text{H}_2\text{O}}^{\text{розч.}} = m_{\text{розч.}}^{\text{до досл.}} - m_{\text{H}_2\text{SO}_4}^{\text{до досл.}} = \quad (6.16)$$

Масу O<sub>2</sub> в повітрі, що подається в процес, розраховують за формулою, аналогічною (6.9) без віднімання маси кисню, що витрачається на спалювання наважки колчедану, г:

$$m_{\text{O}_2}^{\text{пов.}} = k_{\text{O}_2} \cdot \left( m_{\text{O}_2}^{\text{колч.}} + \frac{M_{\text{O}_2}}{2 \cdot M_{\text{SO}_3}} \cdot m_{\text{SO}_3} \right) = \quad (6.17)$$

Маса N<sub>2</sub> у складі повітря розрахована раніше – див. табл. 6.4.

**6.3.2. Складання витратної частини матеріального балансу**

Склад сульфатної кислоти після досліду розраховують за формулами, аналогічними (6.15) і (6.16), з використанням відповідних даних табл. 6.1 і 6.3.

Маси SO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> у витратах розраховані раніше (див. табл. 6.4).

Маса недогарка розрахована раніше (див. табл. 6.2).

Масу втрат з невловленими SO<sub>2</sub> і SO<sub>3</sub> розраховують як різницю між загальною масою прибуткової частини балансу і сумою мас всіх розрахованих вище статей витратної його частини.

Таблиця 6.5 – Матеріальний баланс лабораторної установки виробництва H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> контактним методом

ПРИБУТОК			ВИТРАТИ		
Статті прибутку	г	%	Статті витрат	г	%
<b>Сірчаний колчедан:</b>			<b>Розчин сульфатної кислоти:</b>		
FeS <sub>2</sub>			H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>		
Домішки			H <sub>2</sub> O		
<b>Разом:</b>			<b>Разом:</b>		
<b>Розчин сульфатної кислоти:</b>			SO <sub>2</sub>		
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>			O <sub>2</sub>		
H <sub>2</sub> O			N <sub>2</sub>		
<b>Разом:</b>			Недогарок		
<b>Повітря:</b>			Втрати з невловленими		
O <sub>2</sub>			SO <sub>2</sub> і SO <sub>3</sub>		
N <sub>2</sub>					
<b>Разом:</b>					
<b>Всього:</b>			<b>Всього:</b>		

**Висновки:**

Для кількісного контролю процесу утворення SO<sub>3</sub> абсорбери 5 зважують тричі:  
 – до досліду порожніми;  
 – до досліду після наповнення кожного з них за допомогою бюретки концентрованою сульфатною кислотою по 25 мл (для визначення початкової маси H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>);  
 – після досліду (для визначення приросту маси SO<sub>3</sub>).

Дані за результатами зважування абсорберів для кислоти заносять до табл. 6.1.

На технічних вагах у порцеляновому човнику зважують задану викладачем кількість сірчаного колчедану. Дані за результатами зважування човника заносять до табл. 6.2.

По досягненні температури 700–800<sup>0</sup>С в електропечі 3 і 450<sup>0</sup>С в електропечі 4 човник з наважкою колчедану розташовують у печі 3 і вмикають мікрокомпресор 1.

Під час протікання процесу отримання сульфатної кислоти визначають її початкову концентрацію.

Дослід ведуть заданий викладачем час, вимикають печі і мікрокомпресор, витягають човник з огарком з печі 3, розташовують його у витяжній шафі і зважують після охолодження. Після цього виконують визначення кількості SO<sub>2</sub> в абсорберах 6 шляхом титрування і визначають приріст маси SO<sub>3</sub> в абсорберах 5.

## 5. Методики аналізів і визначень

### 5.1. Визначення орієнтовної кількості 1,0 М розчину лугу для абсорбції SO<sub>2</sub>, що не окислився на каталізаторі

Даний розрахунок виконується перед початком роботи і передбачає знання наступних вихідних даних, що задаються викладачем:

- маса наважки сірчаного колчедану;
- вміст S в сірчаному колчедані;
- орієнтовний ступінь перетворення SO<sub>2</sub>.

Вихідні дані і результати розрахунків заносять до табл. 5.1.

Масу сірки в колчедані визначають за формулою, г:

$$m_S = \frac{m_{\text{колч.}} \cdot \omega_S}{100} = \quad (5.1)$$

де m<sub>колч.</sub> – маса колчедану, г; ω<sub>S</sub> – вміст сірки в колчедані, %.

Максимально можливу масу SO<sub>2</sub>, яка може утворитись при спалюванні наважки колчедану, розраховують, з огляду на реакцію горіння піриту і його вмісту в колчедані, за формулою, г:

$$m_{\text{SO}_2}^{\text{макс.}} = \frac{2 \cdot M_{\text{SO}_2}}{M_{\text{FeS}_2}} \cdot m_{\text{FeS}_2} = \quad (5.2)$$

де M<sub>SO<sub>2</sub></sub> і M<sub>FeS<sub>2</sub></sub> – молярні маси відповідно SO<sub>2</sub> і FeS<sub>2</sub>, г/моль; m<sub>FeS<sub>2</sub></sub> – маса FeS<sub>2</sub> в наважці колчедану, г.

Масу FeS<sub>2</sub> розраховують за формулою, г:

$$m_{\text{FeS}_2} = \frac{M_{\text{FeS}_2}}{2 \cdot M_S} \cdot m_S = \quad (5.3)$$

де M<sub>S</sub> – молярна маса сірки, г/моль.

Орієнтовну масу SO<sub>2</sub> розраховують за формулою, г:

$$m_{\text{SO}_2}^{\text{орієнт.}} = \frac{(100 - X_{\text{SO}_2}^{\text{орієнт.}})}{100} \cdot m_{\text{SO}_2}^{\text{макс.}} = \quad (5.4)$$

$$m_{\text{O}_2}^{\text{приб.}} = k_{\text{O}_2} \cdot \left( m_{\text{O}_2}^{\text{колч.}} + \frac{M_{\text{O}_2}}{2 \cdot M_{\text{SO}_3}} \cdot m_{\text{SO}_3} \right) - m_{\text{O}_2}^{\text{колч.}} = \quad (6.9)$$

де k<sub>O<sub>2</sub></sub> – коефіцієнт надлишку кисню; m<sub>O<sub>2</sub></sub><sup>колч.</sup> – маса кисню, що витратився на спалювання наважки колчедану, г; M<sub>O<sub>2</sub></sub> – молярна маса O<sub>2</sub>, г/моль.

Масу кисню, що витратився на спалювання колчедану, розраховують за формулою, г:

$$m_{\text{O}_2}^{\text{колч.}} = \frac{11 \cdot M_{\text{O}_2}}{8 \cdot M_{\text{SO}_2}} \cdot m_{\text{SO}_2}^{\text{приб.}} = \quad (6.10)$$

Масу N<sub>2</sub> в прибутку, з огляду на визначену масу кисню і відомий склад повітря, визначають за формулою, г:

$$m_{\text{N}_2}^{\text{приб.}} = \left( m_{\text{O}_2}^{\text{приб.}} + m_{\text{O}_2}^{\text{колч.}} \right) \cdot \frac{g_{\text{N}_2}}{g_{\text{O}_2}} = \quad (6.11)$$

де g<sub>N<sub>2</sub></sub> і g<sub>O<sub>2</sub></sub> – масовий вміст азоту і кисню в повітрі (76,7% і 23,3% відповідно).

### 6.2.2. Складання витратної частини матеріального балансу

Маса SO<sub>3</sub> у витратах розрахована раніше – див. табл. 6.1.

Маса SO<sub>2</sub> у витратах розрахована раніше – див. табл. 5.3.

Масу O<sub>2</sub> у витратах розраховують як різницю між масою кисню, що надійшов до контактного відділення і масою кисню, що витратився на окислення SO<sub>2</sub>. З урахуванням (6.9) цю масу обчислюють за формулою, г:

$$m_{\text{O}_2}^{\text{витр.}} = m_{\text{O}_2}^{\text{приб.}} - \frac{M_{\text{O}_2}}{2 \cdot M_{\text{SO}_3}} \cdot m_{\text{SO}_3} = \quad (6.12)$$

Так як з N<sub>2</sub> в даному процесі не відбувається ніяких хімічних перетворень, то маса азоту у витратній частині матеріального балансу буде дорівнювати його масі в прибутковій частині.

Після складання матеріального балансу розраховують так названу його нев'язку, %:

$$X = \frac{|m_{\text{приб.}} - m_{\text{витр.}}|}{\max(m_{\text{приб.}}, m_{\text{витр.}})} \cdot 100 = \quad (6.13)$$

Таблиця 6.4 – Матеріальний баланс контактного відділення окислення SO<sub>2</sub>

ПРИБУТОК			ВИТРАТИ		
Статті прибутку	г	%	Статті витрат	г	%
SO <sub>2</sub>			SO <sub>3</sub>		
O <sub>2</sub>			SO <sub>2</sub>		
N <sub>2</sub>			O <sub>2</sub>		
			N <sub>2</sub>		
<b>Всього:</b>			<b>Всього:</b>		
Нев'язка матеріального балансу, %:					

### 6.3. Складання матеріального балансу лабораторної установки

При складанні матеріального балансу лабораторної установки використовуються дані з табл. 5.1–5.3 і 6.1–6.4. Матеріальний баланс оформлюється в табличній формі (табл. 6.5).

Розрахунок масової концентрації сульфатної кислоти після досліду проводять з використанням даних табл. 5.2 та 6.1. Масову концентрацію розчину сульфатної кислоти після досліду визначають за формулою, %:

$$\omega_{\text{H}_2\text{SO}_4}^{\text{після досл.}} = \frac{m_{\text{H}_2\text{SO}_4}}{m_{\text{розч.}}^{\text{після досл.}}} \cdot 100 = \quad (6.6)$$

де  $m_{\text{H}_2\text{SO}_4}$  – маса розчиненої кислоти, г;  $m_{\text{розч.}}^{\text{після досл.}}$  – маса розчину кислоти після досліду, г.

Масу розчиненої сульфатної кислоти (моногідрату) визначають як суму кислоти, що містилася у вихідному поглинальному розчині, та кислоти, що утворилася внаслідок спалювання наважки колчедану за реакцією (2.1) при взаємодії поглинутого  $\text{SO}_3$  з водою вихідного поглинального розчину:

$$m_{\text{H}_2\text{SO}_4} = \frac{\omega_{\text{H}_2\text{SO}_4}^{\text{до досл.}}}{100} \cdot m_{\text{розч.}}^{\text{до досл.}} + m_{\text{H}_2\text{SO}_4}^{\text{колч.}} = \quad (6.7)$$

де  $m_{\text{розч.}}^{\text{до досл.}}$  – маса розчину кислоти до досліду, г.

Маси розчинів сульфатної кислоти до і після досліду беруться за даними табл. 6.1.

Дані з визначення фактичного ступеня перетворення  $\text{SO}_2$ , маси отриманої  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , відносного виходу  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , витратного коефіцієнту по колчедану, коефіцієнту використання сірки та концентрації сульфатної кислоти після досліду заносять до табл. 6.3

Таблиця 6.3 – Кількісні критерії процесу отримання сульфатної кислоти на лабораторній установці

Фактичний ступінь перетворення $\text{SO}_2$ , %	Маса отриманої $\text{H}_2\text{SO}_4$ , г	Відносний вихід $\text{H}_2\text{SO}_4$ , %	Видатковий коефіцієнт по колчедану	Коефіцієнт використання сірки, %	Концентрація $\text{H}_2\text{SO}_4$ після досліду, %

## 6.2. Складання матеріального балансу контактного відділення

Критерієм правильності складання матеріального балансу є однаковість мас його прибуткової і витратної частин. При складанні матеріального балансу контактного відділення використовуються дані з табл. 5.3 і 6.1. Матеріальний баланс оформлюється в табличній формі (табл. 6.4).

### 6.2.1. Складання прибуткової частини матеріального балансу

Масу  $\text{SO}_2$  в прибутку розраховують як суму маси  $\text{SO}_2$ , який поглинувся в абсорберах з розчином лугу б (табл. 5.3) і маси  $\text{SO}_2$ , який окислився до  $\text{SO}_3$  (табл. 6.1) за формулою, г:

$$m_{\text{SO}_2}^{\text{приб.}} = m_{\text{SO}_2}^{\text{погл.}} + \frac{M_{\text{SO}_2}}{M_{\text{SO}_3}} \cdot m_{\text{SO}_3} = \quad (6.8)$$

Так як у схемі лабораторної установки не передбачено пристрій для вимірювання кількості повітря, що подається в процес, коефіцієнт надлишку кисню приймається рівним 1,2 від загальної теоретичної потреби. Так як кисень витрачається на спалювання наважки колчедану та окиснення  $\text{SO}_2$ , з урахуванням коефіцієнта надлишку повітря, масу кисню в прибутку розраховують за формулою, г:

де  $X_{\text{SO}_2}^{\text{оріент.}}$  – орієнтовний ступінь перетворення  $\text{SO}_2$ , %.

Об'єм 1,0 М розчину NaOH, необхідний для поглинання  $\text{SO}_2$ , визначають за формулою, мл:

$$V_{\text{NaOH}} = \frac{2 \cdot m_{\text{SO}_2}^{\text{оріент.}}}{C_{\text{NaOH}} \cdot M_{\text{SO}_2}} \cdot 1000 = \quad (5.5)$$

де  $C_{\text{NaOH}}$  – концентрація розчину NaOH, моль/л;  $M_{\text{SO}_2}$  – молярна маса  $\text{SO}_2$ , г/моль.

Результати розрахунків заносять у таблицю 5.1.

Таблиця 5.1 – Розрахунок об'єму 1,0 М розчину NaOH для поглинання  $\text{SO}_2$

Маса наважки колчедану, г	
Вміст S в колчедані, %	
Маса S в наважці, г	
Максимально можлива маса $\text{SO}_2$ , г	
Орієнтовний ступінь контактування, %	
Орієнтовна маса $\text{SO}_2$ , г	
Вихідний об'єм 1,0 М розчину NaOH, мл	

## 5.2. Визначення початкової концентрації сульфатної кислоти

Визначення початкової концентрації сульфатної кислоти проводять за допомогою заздалегідь зваженого на аналітичних вагах бюксу з притертою пробкою, в який поміщують невелику кількість сульфатної кислоти (0,5–0,7 мл) і повторно зважують на аналітичних вагах.

За різницею мас бюксу з кислотою і порожнього бюксу визначають наважку кислоти. Кислоту переливають у колбу для титрування, при цьому на стінках бюксу залишається деяка кількість кислоти, яку також необхідно перенести в колбу для титрування, для чого порожній бюкс декілька разів обполіскують дистильованою водою та виливають промивні води у колбу.

Після цього проводять титрування 1,0 М розчином лугу в присутності 1–2 крапель індикатору метилоранжу. Початкову концентрацію кислоти розраховують за формулою, %:

$$\omega_{\text{H}_2\text{SO}_4}^{\text{до досл.}} = \frac{V_{\text{NaOH}} \cdot C_{\text{NaOH}} \cdot M_{\text{H}_2\text{SO}_4}}{2 \cdot 1000 \cdot m_{\text{нав.}}} \cdot 100 = \quad (5.6)$$

де  $V_{\text{NaOH}}$  – об'єм 1,0 М розчину лугу, що пішов на титрування, мл;  $C_{\text{NaOH}}$  – концентрація розчину лугу, моль/л;  $m_{\text{нав.}}$  – маса наважки кислоти, г;  $M_{\text{H}_2\text{SO}_4}$  – молярна маса сульфатної кислоти, г/моль.

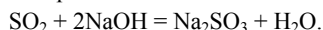
Дані заносять до табл. 5.2.

Таблиця 5.2 – Визначення початкової концентрації сульфатної кислоти

пустого стаканчика, г	Маса		Об'єм 1,0 М розчину лугу, що пішов на титрування наважки, мл	Початкова концентрація $\text{H}_2\text{SO}_4$ , %
	стаканчика з кислотою, г	наважки кислоти, г		

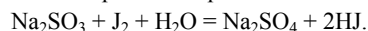
### 5.3. Визначення кількості SO<sub>2</sub>, що не окислився до SO<sub>3</sub>

Залишок сірчистого газу, що не окислився до SO<sub>3</sub>, поглинається розчином NaOH у абсорберах 6. При цьому протікає реакція:

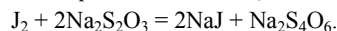


Для визначення кількості поглинутого SO<sub>2</sub> використовують метод зворотного йодометричного титрування. По закінченні експерименту розчини з абсорберів 6 кількісно переливають в одну мірну колбу на 250 мл, доводять розчин водою до мітки і ретельно перемішують. Потім відбирають піпеткою 5,0 мл розчину в колбу для титрування і додають 1–2 краплі індикатору метилоранжу. Якщо розчин має лужне середовище (жовта окраска індикатору), то додають по краплям 0,1 М HCl до переходу жовтої окраски в рожеву.

Після нейтралізації розчину до нього додають піпеткою 25,0 мл 0,1 н. розчину йоду і очікують 2–3 хвилини для повного протікання реакції:



Залишок йоду титрують 0,1 н. розчином Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:



Спочатку титрування проводять без індикатора (крохмалю) до значного посвітління розчину. Після цього до суміші додають 15–20 крапель розчину крохмалю і проводять остаточне титрування йоду до повного знебарвлення суміші. Визначений об'єм, що витратився на титрування, заносять до табл. 5.3.

Масу SO<sub>2</sub>, поглинутого розчином луку, розраховують за формулою, г:

$$m_{\text{SO}_2}^{\text{полг.}} = \frac{(V_{\text{J}_2} - V_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}) \cdot C_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} \cdot M_{\text{SO}_2} \cdot V_{\text{к}}}{2 \cdot 1000 \cdot V_{\text{п}}} = \quad (5.7)$$

де V<sub>п</sub> – об'єм розчину з мірної колби, що взято на титрування, мл; V<sub>к</sub> – об'єм мірної колби, мл; M<sub>SO<sub>2</sub></sub> – молярна маса SO<sub>2</sub>, г/моль; V<sub>J<sub>2</sub></sub> – об'єм доданого 0,1 н. розчину йоду; V<sub>Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub></sub> – об'єм розчину тіосульфату натрію, що витратився на титрування, мл; C<sub>Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub></sub> – молярна концентрація розчину тіосульфату натрію, моль/л.

Дані з визначення маси SO<sub>2</sub>, що не окислився до SO<sub>3</sub>, заносять до табл. 5.3

Таблиця 5.3 – Визначення фактичної маси SO<sub>2</sub>, що не окислився до SO<sub>3</sub>

Об'єм розчину з мірної колби, що взято на титрування, мл	Об'єм 0,1 н. розчину Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , що витратився на титрування, мл	Маса SO <sub>2</sub> , г

## 6. Обробка результатів експерименту

### 6.1. Визначення кількісних критеріїв процесу отримання сульфатної кислоти

Основною характеристикою реакції окиснення є ступінь перетворення SO<sub>2</sub> (ступінь контактування) – відношення кількості окисненого SO<sub>2</sub> до загального початкового вмісту SO<sub>2</sub> у випальному газі. Фактичний ступінь перетворення SO<sub>2</sub> розраховується за результатами зважування на технічних вагах абсорберів для поглинання SO<sub>3</sub> 5: пустих, до і після дослідів з сульфатною кислотою та за результатом визначення маси SO<sub>2</sub>, поглинутого розчином луку.

Масу кислоти до і після дослідів в кожному абсорбері визначають як різницю мас відповідно абсорбера з кислотою до чи після дослідів і порожнього абсорбера. Приріст маси SO<sub>3</sub> в кожному абсорбері визначають як різницю мас кислоти після і до дослідів. Експериментальні і розрахункові дані з визначення приросту маси SO<sub>3</sub> заносять до табл. 6.1.

Фактичний ступінь перетворення SO<sub>2</sub> визначають за формулою, %:

$$X_{\text{SO}_2}^{\text{факт.}} = \frac{m_{\text{SO}_3} / M_{\text{SO}_3}}{m_{\text{SO}_3} / M_{\text{SO}_3} + m_{\text{SO}_2}^{\text{полг.}} / M_{\text{SO}_2}} \cdot 100 = \quad (6.1)$$

де m<sub>SO<sub>3</sub></sub> – сумарний приріст маси SO<sub>3</sub> в обох абсорберах 5, г; m<sub>SO<sub>2</sub></sub><sup>полг.</sup> – маса SO<sub>2</sub>, поглинутого в абсорберах 6, г; M<sub>SO<sub>3</sub></sub> і M<sub>SO<sub>2</sub></sub> – молярні маси SO<sub>3</sub> і SO<sub>2</sub>, відповідно, г/моль.

Таблиця 6.1 – Визначення приросту маси SO<sub>3</sub>

№ абсорберу	Маса абсорберу, г			Маса кислоти, г		Приріст маси SO <sub>3</sub> , г
	порожнього	з кислотою до дослідів	з кислотою після дослідів	до дослідів	після дослідів	
1						
2						
Всього:	—	—	—			

Масу отриманої при спалюванні наважки колчедану H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> розраховують за формулою, г:

$$m_{\text{H}_2\text{SO}_4}^{\text{колч.}} = \frac{M_{\text{H}_2\text{SO}_4}}{M_{\text{SO}_3}} \cdot m_{\text{SO}_3} = \quad (6.2)$$

де M<sub>H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></sub> – молярна маса сульфатної кислоти, г/моль.

Відносний вихід H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> розраховують за формулою, %:

$$\Phi_{\text{H}_2\text{SO}_4} = \frac{m_{\text{H}_2\text{SO}_4}^{\text{колч.}}}{m_{\text{с}}} \cdot \frac{M_{\text{с}}}{M_{\text{H}_2\text{SO}_4}} \cdot 100 = \quad (6.3)$$

Витратний коефіцієнт по колчедану розраховують за формулою:

$$K_{\text{H}_2\text{SO}_4}^{\text{колч.}} = \frac{m_{\text{колч.}}}{m_{\text{H}_2\text{SO}_4}^{\text{колч.}}} = \quad (6.4)$$

Коефіцієнт використання сірки, що вигоріла з сировини, визначають за результатами зважування на технічних вагах човника з колчеданом до і після дослідів, як відношення маси сірки, вловленої у вигляді SO<sub>2</sub> й SO<sub>3</sub> (m<sub>S</sub><sup>вл.</sup>), до маси сірки, що міститься у сировині і вступила в реакцію (m<sub>S</sub><sup>виг.</sup>).

Результати зважування човника заносять до табл. 6.2.

Таблиця 6.2 – Результати зважування човника для колчедану

Маса човника, г	Маса човника з колчеданом, г	Маса наважки колчедану, г	Маса човника з недогарком після дослідів, г	Маса недогарку, г

Коефіцієнт використання сірки розраховують за формулою, %:

$$K_{\text{S}} = \frac{m_{\text{S}}^{\text{вл.}}}{m_{\text{S}}^{\text{виг.}}} \cdot 100 = \frac{0,5 \cdot m_{\text{SO}_2}^{\text{полг.}} + 0,4 \cdot m_{\text{SO}_3}}{1,6 \cdot (m_{\text{колч.}} - m_{\text{недог.}})} \cdot 100 = \quad (6.5)$$

де m<sub>недог.</sub> – маса недогарку, г.

Масу недогарку розраховують шляхом віднімання маси пустого човника від маси човника з недогарком після дослідів.